

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-275683

(43)Date of publication of application : 13.10.1998

(51)Int.CI.

H05B 33/26

(21)Application number : 09-092828

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 28.03.1997

(72)Inventor : UCHIUMI MAKOTO
TERAO YUTAKA

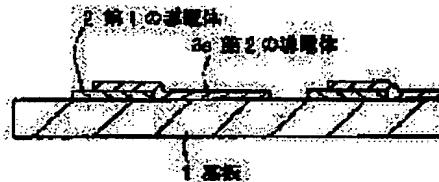
(54) THIN FILM LAYERED CONDUCTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a metal thin film and transparent conductive thin film layered conductor formed of Al based alloy with small resistance and no hillock.

SOLUTION: A conductor consists of a first conductor 2 as a metal thin film formed of patterned Al or Al based alloy on a transparent substrate 1 and a second conductor 3a as a transparent conductive thin film formed of patterned metal oxide thereon. The first conductor 2 locates on the substrate side, and at least has a part whereupon the second conductor 3a is layered. In this case, the transparent conductive thin film 3a is formed amorphous. Otherwise, the first conductor 2 is a layered film formed of Al or Al based alloy coated with a high-melting-point metal thin film.

REST AVAILABLE COPY



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration] withdrawal

[Date of final disposal for application] 11.11.2002

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-275683

(43)公開日 平成10年(1998)10月13日

(51)Int.Cl.⁶
H 0 5 B 33/26

識別記号

F I
H 0 5 B 33/26

審査請求 未請求 請求項の数7 FD (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平9-92828

(22)出願日 平成9年(1997)3月28日

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 内海 誠
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
富士電機株式会社内

(72)発明者 寺尾 豊
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
富士電機株式会社内

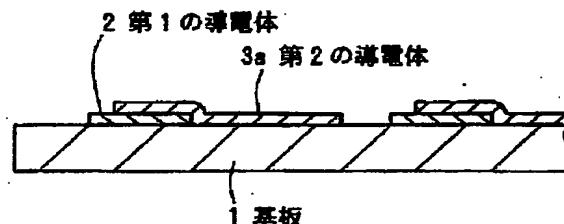
(74)代理人 弁理士 横部 正治

(54)【発明の名称】 薄膜積層型導電体

(57)【要約】

【課題】ヒロックがなく、抵抗の小さな、Al系合金からなる金属薄膜と透明導電性薄膜の積層型導電体を提供する。

【解決手段】透明な基板上1の、パターニングされたAlまたはAl系合金からなる金属薄膜である第1の導電体2およびパターニングされた金属酸化物からなる透明導電性薄膜である第2の導電体からなり、第1の導電体は基板側でありその上に第2の導電体が積層されている部分を少なくとも有する薄膜積層型導電体において、前記透明導電性薄膜3aをアモルファス状とする。あるいは、前記第1の導電体を高融点金属からなる金属薄膜により被覆されたAlまたはAl系合金からなる積層膜とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】透明な基板上の、パターニングされたAlまたはAl系合金からなる金属薄膜である第1の導電体およびパターニングされた金属酸化物からなる透明導電性薄膜である第2の導電体からなり、第1の導電体は基板側でありその上に第2の導電体が積層されている部分を少なくとも有する薄膜積層型導電体において、前記透明導電性薄膜はアモルファス状であることを特徴とする薄膜積層型導電体。

【請求項2】前記金属薄膜はAl、またはSi、Cu、Ti、Ta、Mo、Cr、Ni、Y、La、Nd、Gd、TbまたはDyのうちの少なくとも1種を含むAl合金からなることを特徴とする請求項1に記載の薄膜積層型導電体。

【請求項3】透明な基板上の、パターニングされたAlまたはAl系合金からなる金属薄膜である第1の導電体およびパターニングされた金属酸化物からなる透明導電性薄膜である第2の導電体からなり、第1の導電体は基板側でありその上に第2の導電体が積層されている部分を少なくとも有する薄膜積層型導電体において、前記第1の導電体は高融点金属からなる金属薄膜により被覆されたAlまたはAl系合金からなる積層膜であることを特徴とする薄膜積層型導電体。

【請求項4】前記透明導電性薄膜は結晶状であることを特徴とする請求項3に記載の薄膜積層型導電体。

【請求項5】前記第1の導電体のAl合金はSi、Cu、Ti、Ta、Mo、Cr、Ni、Y、La、Nd、Gd、Tb、Dyのうち少なくとも1種を含むAl合金であり、前記高融点金属は少なくともTi、Ta、Mo、CrまたはNiのうちの1種であることを特徴とする請求項3または4に記載の薄膜積層型導電体。

【請求項6】前記金属酸化物は酸化インジウムスズであることを特徴とする請求項1ないし5に記載の薄膜積層型導電体。

【請求項7】前記金属酸化物は酸化インジウム亜鉛であることを特徴とする請求項1ないし5に記載の薄膜積層型導電体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はエレクトロルミネッセンス表示装置や液晶表示装置などの薄型表示装置に使用される金属薄膜と透明導電性薄膜の積層型導電体に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置やエレクトロルミネッセンス（以下、ELと記す）表示装置などにおいて、酸化インジウムスズ（ITO）を典型例とする透明導電性薄膜は所定の形状にパターニングされて、画素電極や配線（以下、両者を一括して導電体ということもある）として広く用いられている。しかしながら、透明導電性薄膜は抵抗が高いために配線抵抗が大きくなるという欠点を有

している。近年、大型化する傾向のある表示装置においては、透明導電性薄膜の配線抵抗を低減するために、透明導電性薄膜と金属薄膜との積層構造が提案されている（特開平5-307997号公報、特開平6-7180号公報）。

【0003】このような積層構造の1種には、20nm以下の厚さの金属半透明膜と透明導電性薄膜とを電極面全面に積層したものがあるが、画素部では光透過率が不足し、配線全体としても低抵抗が得られないために実用的でない。その解決方法として、透明導電性薄膜の画素以外の部分に50nm程度以上の膜厚の金属薄膜を重ねた積層型導電体が採用されている。低抵抗を得るために、金属薄膜にはAlまたはAlを主とするAl系合金が用いられることが多い。このような積層型導電体には、透明導電性薄膜と金属薄膜の層構成（または層を形成する順序）が異なる2種類があり、ひとつは基板上に透明導電性薄膜を形成し、パターニングした後、金属薄膜を形成しパターニングを行う方法であり、他は薄膜形成とパターニングを逆順とするものである。

【0004】前者の欠点は、金属薄膜のエッチング液として透明導電性薄膜が可溶なものを使用できないために、金属材料に制約がある点である。また、ドライエッチングにより金属薄膜をパターニングする場合にも、透明導電性薄膜表面がエッチングされてしまう等のダメージが与えられてしまう。後者の構造を図9に示す。図9は従来の薄膜積層型導電体の1例を示す模式断面図である。基板1の上にAlからなる金属薄膜2とITOからなる結晶状の透明導電性薄膜3とが成膜、パターニングされており、これらの一部は積層されている。この構造の欠点は、ITO薄膜の形成時（成膜時および熱処理時）の150℃～350℃の基板加熱によって、ITO薄膜の下の金属薄膜にヒロックと呼ばれる突起部が形成される。このヒロックは積層されたITO薄膜にも引き継がれ、ITO表面には更に大きなヒロックが形成される。ヒロックは対向電極と電気的短絡等の異常の原因となり、表示装置の信頼性を著しく低減させてしまうことがある。

【0005】図10は従来の透明導電性薄膜（ITO薄膜）と金属薄膜の積層部に生じたヒロックを示すSEM写真である。ITO薄膜の成膜時の基板温度は300℃であり、Al膜の厚さは50nmである。積層部（斜縦方向の境界線の右側）に見える白い粒状体がヒロックである。ヒロックが発生する原因是、基板とAl系合金との熱膨張率の差が大きく、ITO形成時の加熱により、熱膨張率の大きいAl系合金の内部に応力が発生するので、これを緩和するために、表面にヒロックとして突出するものと考えられる。ヒロックを避けるため、透明導電性薄膜と積層される金属材料としては熱膨張率の比較的小さい、Ta、Ti、Mo、Cr等の高融点金属が用いられてきた。しかし、このような高融点金属は比抵抗が大きく、表示装置においては消費電力の上昇に繋がるので好ましくない。

【0006】そこで、表示装置の低消費電力化のため

に、比抵抗の小さいAl系合金の利用が見直されており、ヒロックの発生を抑制する提案がなされている（特開平5-100248号公報、特開平8-37186号公報、N. Peacock, Thin Solid Films, vol 156 (1988), 173）。しかし、積層型導電体において、透明導電性薄膜の材料や成膜方法による、あるいは、新たな電極構造によるヒロックの発生の抑制は試みられていない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記事情に着目してなされたものであり、ヒロックがなく、抵抗の小さな、Al系合金からなる金属薄膜と透明導電性薄膜の積層型導電体を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、透明な基板上の、パターニングされたAlまたはAl系合金からなる金属薄膜である第1の導電体およびパターニングされた金属酸化物からなる透明導電性薄膜である第2の導電体からなり、第1の導電体は基板側でありその上に第2の導電体が積層されている部分を少なくとも有する薄膜積層型導電体において、前記透明導電性薄膜はアモルファス状であることとする。

【0009】前記金属薄膜はAl、またはSi、Cu、Ti、Ta、Mo、Cr、Ni、Y、La、Nd、Gd、TbまたはDyのうちの少なくとも1種を含むAl合金からなると良い。透明な基板上の、パターニングされたAlまたはAl系合金からなる金属薄膜である第1の導電体およびパターニングされた金属酸化物からなる透明導電性薄膜である第2の導電体からなり、第1の導電体は基板側でありその上に第2の導電体が積層されている部分を少なくとも有する薄膜積層型導電体において、前記第1の導電体は高融点金属からなる金属薄膜により被覆されたAlまたはAl系合金からなる積層膜であることとする。

【0010】前記透明導電性薄膜は結晶状であると良い。前記第1の導電体のAl合金はSi、Cu、Ti、Ta、Mo、Cr、Ni、Y、La、Nd、Gd、Tb、Dyのうち少なくとも1種を含むAl合金であり、前記高融点金属は少なくともTi、Ta、Mo、CrまたはNiのうちの1種であると良い。前記金属酸化物は酸化インジウムスズであると良い。

【0011】前記金属酸化物は酸化インジウム亜鉛であると良い。

【0012】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係るアモルファス状の透明導電性薄膜を有する薄膜積層型導電体を示す模式断面図である。基板1の上にパターニングされた金属薄膜である第1の導電体2およびパターニングされたアモルファス状の透明導電性薄膜である第2の導電体3aとが形成されており、これら的一部は積層されている。

【0013】アモルファス状の透明導電性薄膜を形成するために、透明導電性薄膜を形成する際の基板温度を少なくとも透明導電性材料の結晶化温度以下に保つ必要が

ある。このため、第1の導電体にかかる熱の影響がなくなるため、ヒロックの形成が抑制される。また、結晶状の透明導電性薄膜を膜厚を増加させると、膜厚に対応して表面凹凸が増大し、この表面凹凸が電気的短絡等の欠陥の原因となるため、有機EL素子等においては透明導電性薄膜を厚膜化できなかった。しかし、本発明に係るアモルファス状透明導電性薄膜は低温形成されるので、結晶状の透明導電性薄膜よりも表面形状の平坦な膜の形成が可能となるため、厚膜形成が可能となり、導電性も向上される。

【0014】図2は本発明に係る第1の導電体が高融点金属薄膜に被覆されている薄膜積層型導電体を示す模式断面図である。基板1の上にAlまたはAl系合金からなる第1の金属薄膜は高融点金属からなる第2の金属薄膜2cに被覆され、この積層膜がパターニングされて第1の導電体2aとされ、少なくとも積層膜の一部にはパターニングされた透明導電性薄膜である第2の導電体3bが形成されている。この場合は他の形状の例として第2の導電体3bは第1の導電体2a全体を被覆している。

【0015】このような層構成では、AlまたはAl系合金からなる第1の金属薄膜2bを、Al系合金より熱膨張率の小さな基板1および同様の他の高融点金属の第2の金属薄膜2cで挟み込むことにより、透明導電性薄膜を形成する際の基板加熱による第1の導電体2の熱膨張を抑制する効果があり、ヒロックの発生が抑制される。また、透明導電性薄膜は形成する際に、基板を十分に加熱することができるので、可視光の透過率が高く、比抵抗の小さな結晶性の透明導電性薄膜とすることができます。

【0016】本発明においては、基板としてガラス基板の他に、ポリマーフィルム等のフィルム状基板や、ガラス基板上のカラーフィルター等の有機膜に対しても適用可能である。また、Al系合金としては、実施例に記載したAl-Si合金、Al-Cu合金、Al-Ta合金、Al-Ti合金、Al-Mo合金、Al-Y合金、Al-Nd合金の他にも、Al-Ni合金や、Al-Cr合金などのAlと高融点金属の合金や、Al-Gd合金、Al-Dy合金などのAlと希土類元素との合金も適用可能である。

【0017】また、透明導電性薄膜材料としては、実施例に示すように、ITOおよび亜鉛インジウム酸化物を用いることができる。以下、実施例で本発明を説明する。次の実施例は本発明に係る透明導電性薄膜がアモルファスである薄膜積層型導電体の場合である。

実施例1

DCスパッタにより、ガラス基板（HOYA株式会社製、NA-45）上に厚さ100nmのAl膜を形成し金属薄膜とした。同様に、Al-2at%Cu、Al-1at%Ta、Al-1at%Ti、Al-1at%Mo、Al-2at%Y、Al-2at%NdなるAL合金を用いて、別々の基板上にそれぞれ成膜し、所定の形状にパターニングして第1の導電体とした（図1参照）。

【0018】この金属薄膜の上に、In₂O₃-10wt%SnO₂タ

ターゲットを用いて、基板加熱を行わずに、反応性DCスパッタにより厚さ150nmの透明導電性薄膜を成膜し、所定の形状にパターニングして第1の導電体とした(図1参照)。図3は本発明に係る透明導電性薄膜のX線回折スペクトル図である。X線回折スペクトルは広いピークを示しており、得られた透明導電性薄膜は1相のアモルファスであることが確認できた。

【0019】図4はA1の第1の導電体およびアモルファス状のITOの第2の導電体の表面状態を示すSEM写真である。第1の導電体の上および第2の導電体との積層部(縦方向の境界線の右側)にはヒロックは生じてなく、平滑であることが判る。同様に、他のA1系合金を第1の導電体に用いた場合もヒロックは見られなかった。図5は本発明に係るアモルファス状の透明導電性薄膜の透過率のスペクトル図である。この透明導電性薄膜の透過率は可視光の領域(450nm～650nm)で80%以上であることが判る。

【0020】また、この透明導電性薄膜の比抵抗は $5.0 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ であった。これらの透過率、比抵抗とも実用に供しうる値である。

実施例2

実施例1におけるITOを酸化インジウム亜鉛に変え、その他は同じとした。第1の導電体の上に、In₂O₃-10.7wt%ZnOターゲットを用いて、基板加熱を行わずに、反応性DCスパッタにより厚さ150nmの透明導電性薄膜を形成した。

【0021】図6は本発明に係るインジウム亜鉛からなる透明導電性薄膜のX線回折スペクトル図である。X線回折スペクトルは広いピークを示しており、得られた透明導電性薄膜は1相のアモルファスであることが確認できた。それぞれの試料において、第1の導電体の上および第2の導電体との積層部にはヒロックは見られなかった。

【0022】図7は本発明に係るインジウム亜鉛からなる透明導電性薄膜の透過率のスペクトル図である。この透明導電性薄膜の透過率は可視光の領域(450nm～650nm)で80%以上であることが判る。また、この透明導電性薄膜の比抵抗は $3.0 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ であった。これらの透過率、比抵抗とも実用に供しうる値である。

【0023】次の実施例は本発明に係る第1の導電体の金属薄膜が2層膜であり、第2の導電体の透明導電性薄膜が結晶である場合である。

実施例3

DCスパッタにより、ガラス基板上(HOYA株式会社製、NA-45)に厚さ70nmのAl薄膜を成膜し、厚さ30nmのMoを成膜し金属薄膜の2層膜を形成した。この2層膜にレジストを塗布し所定の形状にパターニングした後、この基板を30°Cに加熱したリン酸-硝酸からなるエッティング液に浸し、Al膜とMo膜を同時にパターニングして第1の導電体とした。

【0024】この後、In₂O₃-10wt%SnO₂ターゲットを用いて、基板を300°Cに加熱し、反応性DCスパッタにより厚さ150nmの透明導電性薄膜をした後、パターニングして第2の導電体を形成した(図2参照)。図8は本発明に係る金属薄膜が積層膜の薄膜積層型導電体の表面状態を示すSEM写真である。透明導電性薄膜および金属薄膜の積層部(縦方向の境界線の左側)にヒロックは見られないことが判る。

【0025】この透明導電性薄膜の透過率は可視光の領域(450nm～650nm)で90%以上、比抵抗は $1.7 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ であり、良好な値であった。

実施例4

実施例3におけるITOを酸化インジウム亜鉛に変え、その他は同じとした。In₂O₃-10.7wt%ZnOターゲットを用いて、基板を200°Cに加熱し、反応性DCスパッタにより厚さ150nmの透明導電性薄膜を第1導電体の上に成膜した後、パターニングして第2の導電体を形成した。

【0026】実施例3と同様に透明導電性薄膜と金属薄膜の積層部にヒロックは見られなかった。この透明導電性薄膜の透過率は可視光の領域(450nm～650nm)で90%以上であり、比抵抗は $2.3 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ であった。

実施例5

DCスパッタにより、ガラス基板上(HOYA株式会社製、NA-45)に厚さ70nmのAl膜および厚さ30nmのTaを引き続いて成膜し積層膜とした。この積層膜にレジストを塗布し所定の形状にパターニングした後、この基板を30°Cに加熱した水酸化カリウムを主成分とするエッティング液に浸し、Al膜とTa膜を同時にパターニングし第1の導電体とした。

【0027】同様に、別々の基板で、Al膜の上にTi、CrおよびNiをそれぞれ積層し所定の形状にパターニングし、第1の導電体とした。この後、In₂O₃-10wt%SnO₂なる組成のターゲットを用いて、基板を300°Cに加熱し、反応性DCスパッタにより厚さ150nmの結晶性の透明導電性薄膜を形成した。

【0028】それぞれの試料において、透明導電性薄膜表面にはヒロックは見られなかった。

実施例6

実施例5におけるITOを酸化インジウム亜鉛に変え、その他は同じとした。In₂O₃-10.7wt%ZnOターゲットを用いて、基板を200°Cに加熱し、反応性DCスパッタにより厚さ150nmの結晶性の透明導電性薄膜を各組成の第1導電体の上に成膜し、パターニングして第2導電体を形成した。

【0029】いずれの試料においても、ヒロックは見られなかった。

実施例7

DCスパッタにより、ガラス基板上(HOYA株式会社製、NA-45)に厚さ70nmのAl-2at%Siからなる金属薄膜をした。同様に、別々のガラス基板上に厚さ70nmのAl-2at%Cr

u、Al-1at%Ta、Al-1at%Ti、Al-1at%Mo、Al-2at%Y、Al-2at%Ndからなる第1の金属薄膜を成膜した。つづいてこれらの金属薄膜に厚さ30nmのMoの第2の金属薄膜を成膜し2層膜とした。次にこれらの2層膜にレジストを塗布し所定の形状にパターニングし、この基板を30°Cに加熱したリン酸-硝酸エッチング液に浸し、2層膜を同時にパターニングして第1の導電体とした。

【0030】同様に上記のAl合金の第1の金属薄膜に、Ta、Ti、CrおよびNiの第2の金属薄膜をそれぞれ積層し、所定の形状にパターニングし第1の導電体とした。この後、 In_2O_3 -10wt% SnO_2 ターゲットを用いて、基板を300°Cに加熱し、反応性DCスパッタ法により厚さ150nmの結晶性の透明導電性薄膜を成膜し、パターニングして第2の導電体とした。

【0031】いずれの試料においても、ヒロックは見られなかった。

実施例8

実施例7におけるITOを酸化インジウム亜鉛に変え、その他は同じとした。 In_2O_3 -10.7wt% ZnO ターゲットを用いて、基板を200°Cに加熱し、反応性DCスパッタにより厚さ150nmの結晶性の透明導電性薄膜を各組成の第1導電体の上に成膜し、パターニングして第2導電体を形成した。

【0032】いずれの試料においても、ヒロックは見られなかった。なお、以上の実施例では、いずれも基板としてガラス基板を用いたが、基板としてはポリマーフィルム等のフィルム状基板や、ガラス基板上のカラーフィルター等の有機膜を形成したものを用いることもできる。

【0033】

【発明の効果】本発明によれば、透明な基板上の、パターニングされたAlまたはAl系合金からなる金属薄膜である第1の導電体およびパターニングされた金属酸化物からなる透明導電性薄膜である第2の導電体からなり、第1の導電体は基板側でありその上に第2の導電体が積層されている部分を少なくとも有する薄膜積層型導電体において、前記透明導電性薄膜をアモルファス状としたため、透明導電性薄膜を形成する際の基板温度は少なくとも透明導電性材料の結晶化温度以下であり、第1の導電体にかかる熱の影響がなくなるため、ヒロックの形成が

抑制される。

【0034】あるいは、前記第1の導電体を高融点金属薄膜に被覆されたAlまたはAl合金の積層膜としたため、AlまたはAl系合金からなる金属薄膜を、Al系合金より熱膨張率の小さな材料で挟み込むことにより、透明導電性薄膜を形成する際の基板加熱による金属薄膜の熱膨張を抑制し、ヒロックの発生が抑制される。このようなヒロックの無い薄膜積層型導電体はEL表示装置や液晶表示装置において、対向電極との短絡を起さず、良好な画素電極や配線として用いられることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るアモルファス状の透明導電性薄膜を有する薄膜積層型導電体を示す模式断面図

【図2】本発明に係る第1の導電体が積層の金属薄膜である薄膜積層型導電体を示す模式断面図

【図3】本発明に係る透明導電性薄膜のX線回折スペクトル図

【図4】Alの第1の導電体およびアモルファス状のITOの第2の導電体の表面状態を示すSEM写真

【図5】本発明に係るアモルファス状の透明導電性薄膜の透過率のスペクトル図

【図6】本発明に係るインジウム亜鉛からなる透明導電性薄膜のX線回折スペクトル図

【図7】本発明に係るインジウム亜鉛からなる透明導電性薄膜の透過率のスペクトル図

【図8】本発明に係る金属薄膜が2層膜の薄膜積層型導電体の表面状態を示すSEM写真

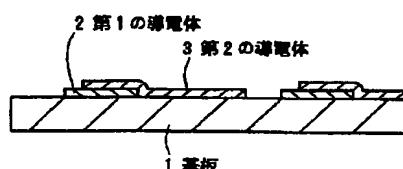
【図9】従来の薄膜積層型導電体の1例を示す模式断面図

【図10】従来の透明導電性薄膜(ITO薄膜)と金属薄膜の積層部に生じたヒロックを示すSEM写真

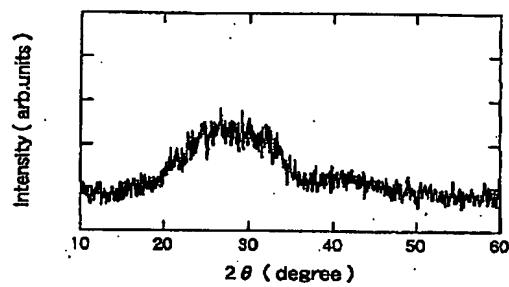
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 第1の導電体
- 2a 金属薄膜
- 2b 金属薄膜
- 2c 金属薄膜
- 3 第2の導電体
- 3b 第2の導電体
- 3c 透明導電性薄膜

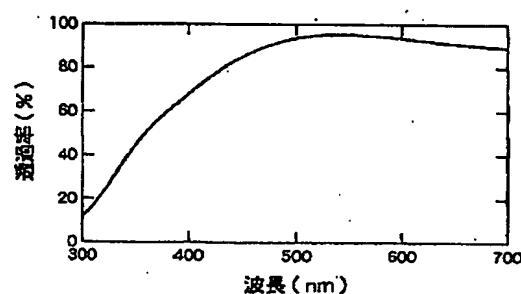
【図9】



【図3】

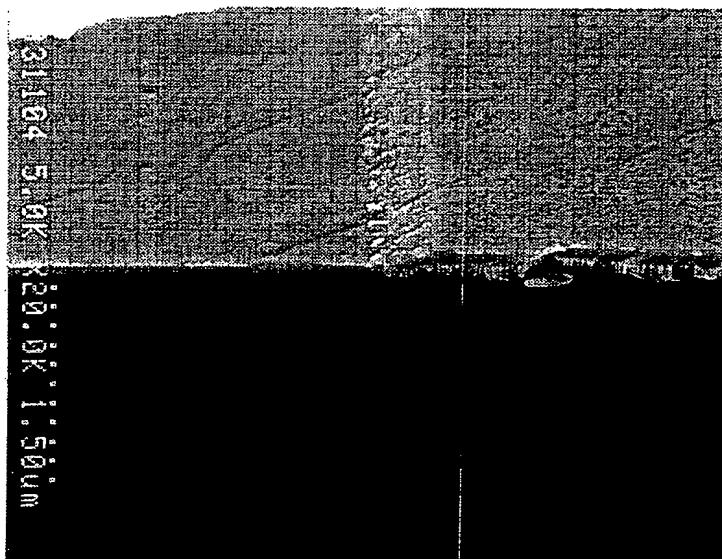


【図5】

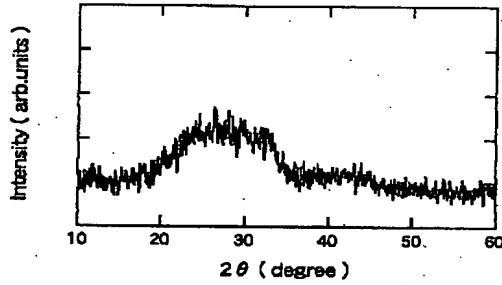


【図4】

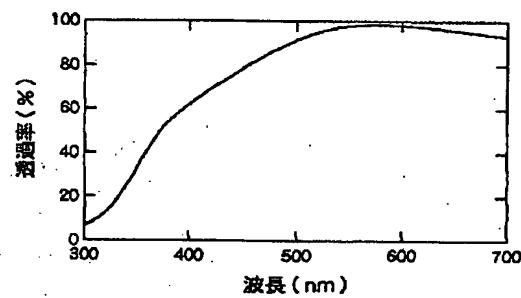
図面代用写真



【図6】

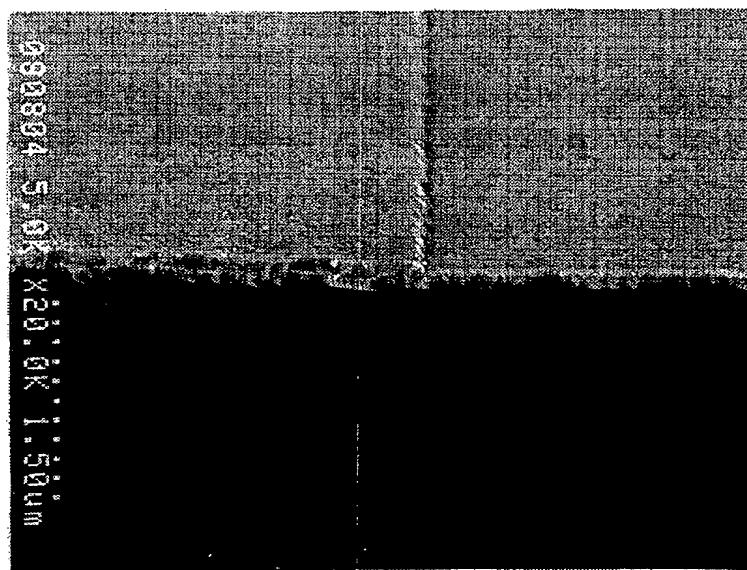


【図7】



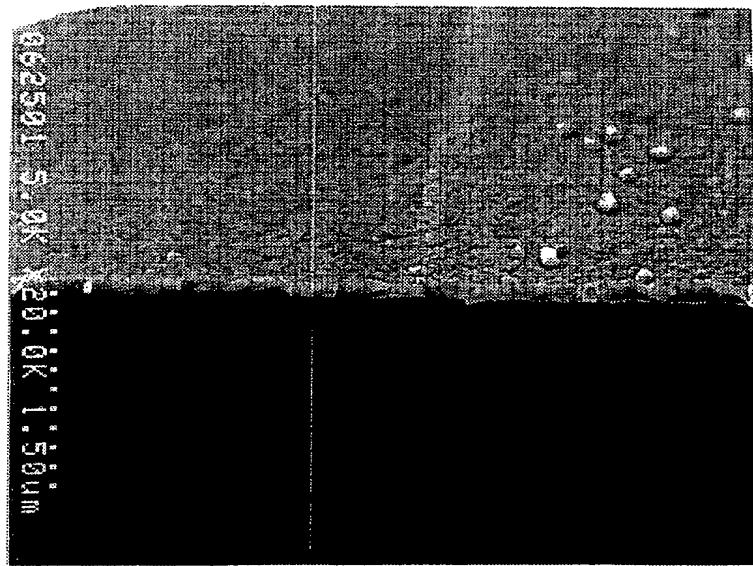
【図8】

図面代用写真



【図10】

図面代用写真



【手続補正書】

【提出日】平成9年5月13日

【手続補正1】

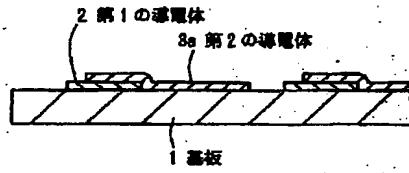
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

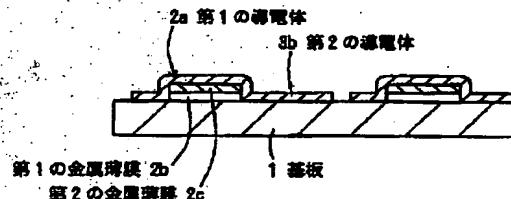
【補正方法】変更

【補正内容】

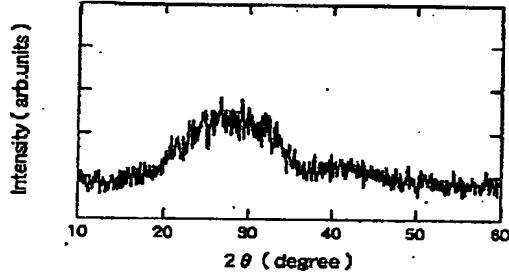
【図1】



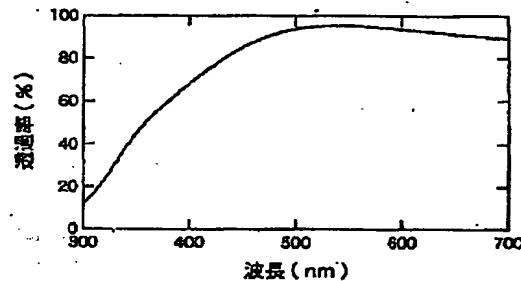
【図2】



【図3】

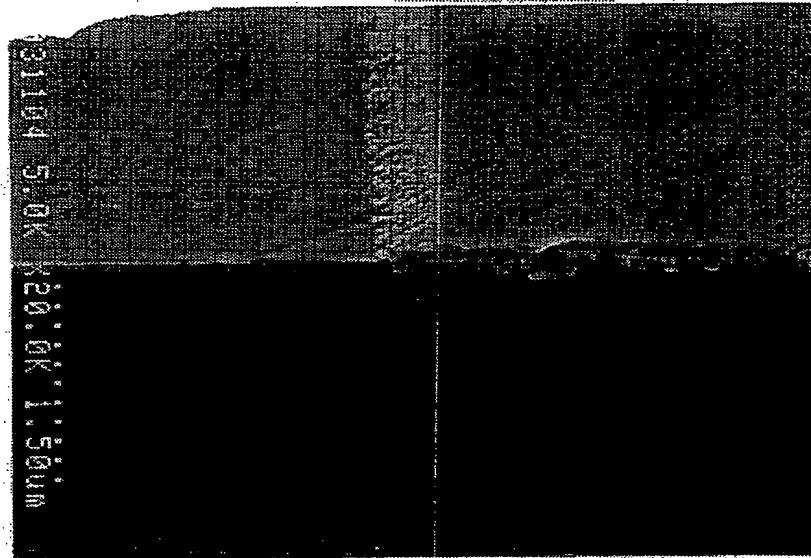


【図5】

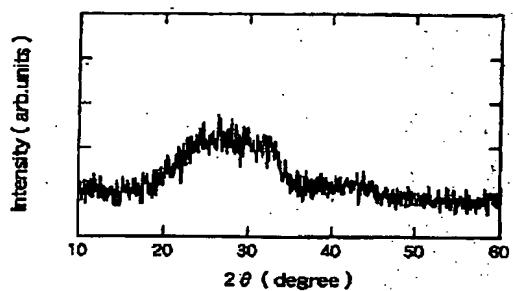


【図4】

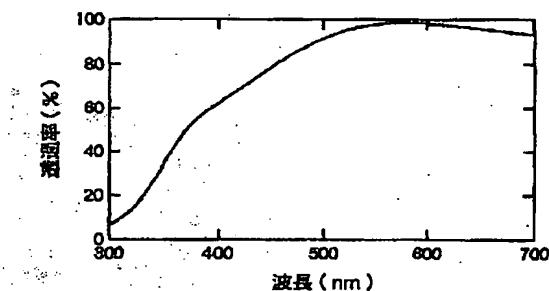
図面代用写真



【図6】

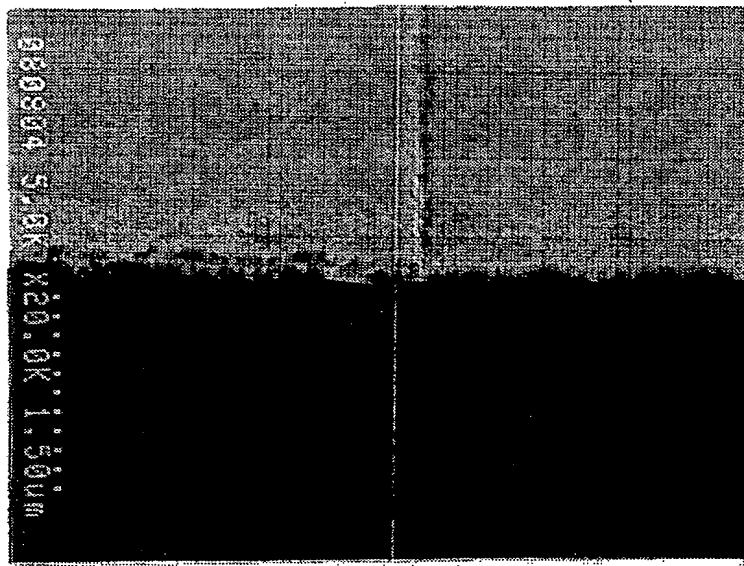


【図7】

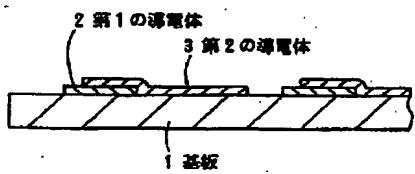


【図8】

図面代用写真（カラー）

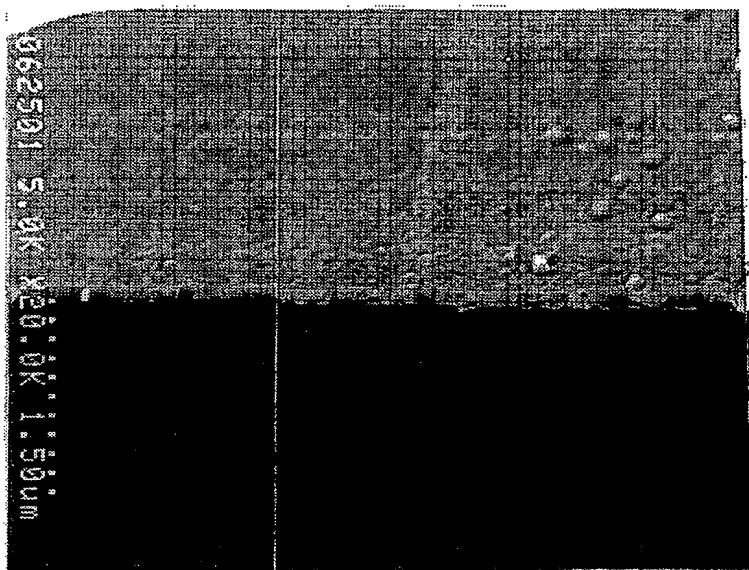


【図9】



【図10】

図面代用写真（カラー）



BEST AVAILABLE COPY